

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-51650

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N	1/60		H 0 4 N 1/40	D
B 4 1 J	2/525		G 0 3 G 15/01	S
G 0 3 G	15/01		B 4 1 J 3/00	B
G 0 6 T	1/00		G 0 6 F 15/66	3 1 0
H 0 4 N	1/46		H 0 4 N 1/46	Z
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 14 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-200298

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月30日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 川上 晴子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 関沢 秀和

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 山本 直史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

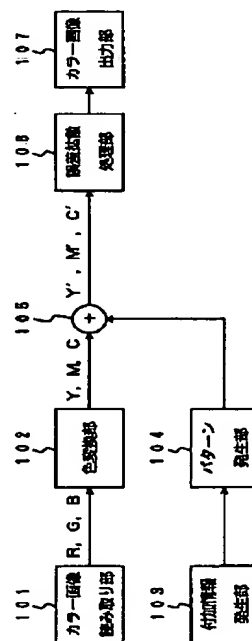
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理装置

## (57) 【要約】

【課題】 本来の画像の画質を劣化させることなくカラー画像に付加情報を重畳させることができ、しかも重畳した付加情報を確実に抽出できるカラー画像処理装置を提供する。

【解決手段】 カラー画像読み取り部101により読み取られたカラー画像に重畳すべき付加情報を付加情報発生部103で発生させ、パターン発生部104および加算器105によってカラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることによりカラー画像に付加情報を重畳し、この付加情報が重畳されたカラー画像をカラー画像出力部107で記録するカラー画像処理装置において、付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で付加情報を表す周期成分が2次元に配列され、かつ配列された位置によって周期成分の強度が異なるようにカラー画像に付加情報を重畳する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 カラー画像に重畳すべき付加情報を発生する付加情報発生手段と、

前記カラー画像の色差または彩度を前記付加情報により変化させることにより該カラー画像に該付加情報を重畳する付加情報重畳手段とを備え、

前記付加情報重畳手段は、前記付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で該付加情報を表す周期成分が 2 次元に配列され、かつ配列された位置によって該周期成分の強度が異なるように該カラー画像に該付加情報を重畳することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2】 前記付加情報重畳手段は、前記付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で該付加情報を表す周期成分が同心円状に配列されるように該カラー画像に該付加情報を重畳することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 3】 前記付加情報重畳手段は、前記フーリエ変換面上で斜め方向に並ぶ周期成分の強度が水平および垂直方向に並ぶ周期成分の強度より大きくなるように前記カラー画像に前記付加情報を重畳することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のカラー画像処理装置。

【請求項 4】 前記付加情報重畳手段は、前記付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で該付加情報を表す周期成分の強度が該カラー画像の視感度が低い色の領域ほど大きくなるように該カラー画像に該付加情報を重畳することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のカラー画像処理装置。

【請求項 5】 前記フーリエ変換面上の所定角度の方向に前記付加情報の抽出角度検出のための複数の周期成分を配列する手段を有することを特徴とする 1～4 のいずれか 1 項に記載のカラー画像処理装置。

【請求項 6】 カラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることにより該付加情報を重畳したカラー画像を読み取る読み取り手段と、

この読み取り手段により読み取られたカラー画像から前記付加情報を抽出する処理を行う付加情報抽出処理手段とを備え、

前記付加情報抽出処理手段は、前記読み取り手段により読み取られたカラー画像を小領域に分割し、これら各小領域内の色度に関する代表信号値を求め、該代表信号値が所定の範囲内にある場合のみ前記付加情報を抽出する処理を行うことを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 7】 カラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることにより該付加情報を重畳したカラー画像を読み取る読み取り手段と、

この読み取り手段により読み取られたカラー画像から前記付加情報を抽出する処理および該付加情報の有無判定を閾値処理により行う付加情報抽出処理手段とを備え、

前記付加情報抽出処理手段は、前記読み取り手段により読み取られたカラー画像を小領域に分割し、これら各小領域内の色度に関する代表信号値を求め、該代表信号値が所定の範囲内にある場合のみ前記付加情報を抽出する処理を行い、かつ該代表信号値の大きさによって前記閾値処理のための閾値を切り替えることを特徴とするカラー画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はカラー画像処理装置に係り、特に主たるカラー画像に別の付加情報を重畳して記録を行い、また付加情報が重畳されたカラー画像から付加情報を抽出するカラー画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 カラー画像にテキストデータなどの付加情報を埋め込んで記録する技術は、例えば中村、松井らによる“カラー濃度パターンによる画像へのテキストデータの合成符号化法”、画像電子学会誌、第 17 巻第 4 号（1988）、pp. 194-198、により知られている。この方法は、カラー濃度パターン法での冗長性を利用してテキストデータを重畳するものであるが、一般にカラー濃度パターン法は解像度が粗くなり、高精細画像を表現できない欠点がある。また、付加情報の埋め込みによる画素配列のばらつきから生じる色むら等の画質劣化が起こることも欠点である。

【0003】 一方、付加情報の埋め込み記録を高精細表示が可能なディザ画像記録に応用した例が田中、中村、松井による“2k 元ベクトルによる組織的ディザ画像への文字情報の埋め込み”、画像電子学会誌、第 19 巻第 5 号（1990）、pp. 337-343 により知られている。この方式においても、文字情報などを埋め込むことで本来の画像の画質劣化が生じる欠点がある。また、この方法は誤差拡散記録などの高精細記録方式には適用できない。

【0004】 また、特開平 4-294682 号公報には、黄インクに情報を付加する方法が述べられている。この方法では、原画像が黄色成分をのみを含む画素だけでほとんどが構成されている場合はよいが、他の色を含む場合には単に黄色を加えるだけでは目立たないということは保証できない。さらに、シアンのみやマゼンタのみなど、黄色成分を含まない場合には、付加情報を埋め込むことができない。

【0005】 これらの問題点を解消する技術として、色差方向もしくは彩度方向に付加情報により変調を施して付加情報をカラー画像に重畳させて埋め込み記録する方式が特開平 7-123244 号公報に開示されている。この方式によれば、小さい領域にも付加情報を埋め込むことが可能である。しかし、この方式では付加情報が重畳されたカラー画像を読み取り、付加情報を抽出する際、重畳対象となっている画点の色度にかかわらず一定

の条件で付加情報の抽出処理を行っているため、重畳対象の色度がベタもしくは白もしくはそれに近い色度を呈している場合、付加情報を表す成分の強度が弱いことが多く、誤抽出の原因になることが多い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の付加情報をカラー画像に重畳して埋め込む技術では、付加情報の重畳により画質を劣化させたり、また画像によっては付加情報を正しく抽出することが困難となるという問題点があった。

【0007】本発明は、本来の画像の画質を劣化させることなくカラー画像に付加情報を重畳させることができ、しかも重畳した付加情報を確実に抽出することができるカラー画像処理装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係るカラー画像処理装置は、カラー画像に重畳すべき付加情報を発生する付加情報発生手段と、カラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることによりカラー画像に付加情報を重畳する付加情報重畳手段とを備え、付加情報重畳手段は、付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で付加情報を表す周期成分が2次元に配列され、かつ配列された位置によって周期成分の強度が異なるようにカラー画像に付加情報を重畳することを基本的な特徴とする。

【0009】より具体的には、付加情報重畳手段は以下のように付加情報の重畳を行う。

(1) 付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で、付加情報を表す周期成分が同心円状に配列されるようにカラー画像に付加情報を重畳する。このように付加情報を表す周期成分を同心円状に配置することによって、フーリエ変換面上で周期成分を矩形状に配置する場合と比較して、周期成分同士の重ね合わせによる低周波成分の発生が少なくなり、画質劣化を引き起こしにくくなる。

【0010】(2) 付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で、斜め方向に並ぶ周期成分の強度が水平および垂直方向に並ぶ周期成分の強度より大きくなるようにカラー画像に付加情報を重畳する。画像の斜め方向(水平・垂直方向以外の方向)に並ぶ周期成分に対する感度が低いという人間の視覚特性の特徴から、斜め方向に並ぶ周期成分の強度を大きくしても視覚上の画質劣化を生じない。従って、画質劣化を伴うことなく付加情報の強度を平均的に大きくできるため、付加情報を確実に抽出することが可能となる。

【0011】(3) 付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で、付加情報を表す周期成分の強度がカラー画像の視感度が低い色

の領域ほど大きくなるようにカラー画像に付加情報を重畳する。視感度とは人間の目の色差や彩度に対する感度であり、これが低い領域ほど付加情報を表す周期成分の強度を大きくすることによって、視感度の高い領域で画質劣化を生じることなく、周期成分の強度を平均的に大きくして、付加情報の抽出を確実に行うことが可能となる。

【0012】カラー画像への付加情報の重畳は、上記

(1)～(3)の処理を2つ以上組み合わせても構わない。また、本発明においてはフーリエ変換面上の所定角度の方向に付加情報の抽出角度検出のための複数の周期成分を配列する手段を有していてもよい。

【0013】さらに、本発明はカラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることにより付加情報を重畳したカラー画像を読み取る読み取り手段と、この読み取り手段により読み取られたカラー画像から付加情報を抽出する処理を行う付加情報抽出処理手段とを備え、付加情報抽出処理手段は、読み取り手段により読み取られたカラー画像を小領域に分割し、これら各小領域内の色度に関する代表信号値を求め、代表信号値が所定の範囲内にある場合のみ付加情報を抽出する処理を行うことを特徴とする。

【0014】このようにすると、例えば付加情報の抽出が困難な色度が低い領域では付加情報の抽出処理を行わないようにすることにより、付加情報の誤抽出を避けるとともに、無意味な処理を行わないために処理速度を上げることができる。

【0015】また、付加情報抽出処理手段はさらに読み取り手段により読み取られたカラー画像から付加情報の有無判定を閾値処理により行う機能を備え、代表信号値の大きさによって閾値処理のための閾値を切り替えることを特徴とする。このようにすると、例えば色度が低い領域では閾値を小さくすることによって、付加情報の有無判定を正確に行うことが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)図1は、本発明をカラープリンタに適用した第1の実施形態に係るカラー画像処理装置の記録側の構成を示すブロック図である。

【0017】カラー画像読み取り部101はカラーキャナによって構成され、主走査および副走査を行って図示しない原稿上の画像(以下、原画像という)を読み取り、赤、緑、青の3原色成分からなるカラー画像信号R、G、Bを出力する。これらのカラー画像信号R、G、Bは色変換部102に入力され、インク量Y、M、Cに変換される。インク量信号Y、M、Cは、カラー画像出力部107で使用されるイエロー、マゼンタ、シアンの各色のインクの量を指定する信号であり、Y=M=C=「0」の場合は白、Y=M=C=「1」の場合は黒をそれぞれ表す。

【0018】一方、付加情報発生部103からは、記録されるカラー画像に重畳する付加情報として所定のコード情報、例えばカラー画像読み取り部101が読み取った原稿が人物の顔写真ならば、その人物に付随するID番号などのコード情報が発生される。このコード情報に従ってパターン発生回路104より後述するように埋め込み用パターン信号が発生され、この埋め込み用パターン信号が加算器105によりインク量信号Y、M、Cに

加算される。  
【0019】加算器105で付加情報に応じた埋め込み用パターン信号が加算された後のインク量信号Y'、M'、C'は、誤差拡散処理部106により公知の誤差拡散処理が施された後、例えばインクジェット方式、電子写真方式その他のカラープリンタによれ構成されるカラー画像出力部107に供給される。これによりカラー画像出力部107は、付加情報が重畳されたカラー画像を出力する。

【0020】パターン発生部104は、付加情報発生部103から出力される付加情報（コード情報）を埋め込み用パターン信号に変換する回路であり、基本的には付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で付加情報を表す周期成分が2次元に配列され、かつ配列された位置によって周期成分の強度が異なるように構成される。

【0021】図2に、このフーリエ変換面上の付加情報を表す周期成分のビット配置の一例を示す。同図の「埋込周波数」と称するドットに示すように、フーリエ変換面上で付加情報を表す周期成分のビット位置を同心円状に配置する。このように付加情報を表す周期成分のビット位置を同心円状に配置することによって、フーリエ変換面上で周期成分のビット位置を矩形状に配置する場合と比較して、周期成分同士の重ね合わせによる低周波成分の発生が少なくなり、画質劣化を引き起こしにくくなるので、より多くの付加情報を重畳することが可能となる。

【0022】すなわち、フーリエ変換面上で周期成分のビット位置を矩形状に配置すると、同一の矩形上に配置された各ビット位置の周期成分の周波数が異なるため、その周波数差に相当する低周波成分が発生し、これが画質を損なってしまう。これに対し、本実施形態のように周期成分のビット位置を同心円状に配置すれば、同じ半径の円周上に位置する周期成分は同一周波数であり周波

数差がないので、このような低周波成分の発生はなく、従ってフーリエ変換面全体としてみても、画質を損なう原因となる低周波成分の発生は少ないことになる。

【0023】フーリエ変換面上での付加情報を表す周期成分の周波数および角度は、予め図2に示されるように設定されており、低周波の100dpiから200dpiまでの間の5箇所にビットが割り当てられている。これはカラー画像出力部107またはカラー画像読み取り部101におけるノイズの混入を考慮しての対策であり、ノイズが混入する高周波領域は避けている。

【0024】さらに、図2の例では主走査軸上の複数箇所に、付加情報抽出時に必要なフーリエ変換面上の方向基準となる方向検出用ビットが割り当てられており、かつその中の少なくとも一つのビットには原画像や付加情報のビットに割り当てられていない周波数、特にカラー画像出力部107などで成分の劣化の比較的少ない低周波（ここでは、75dpiがこれに相当）が割り当てられている。このように複数箇所に方向検出用ビットを割り付けることにより、カラー画像出力部107などでノイズが混入したり、原画像自体が周期成分を有している場合でも、付加情報の抽出を確実に容易に行うことができる。

【0025】フーリエ変換面上での具体的な付加情報のデータの割り付けは、次の通りである。今、例えば付加情報が“101100……0”なる35ビットのバイナリデータである場合、第1ビット目の“1”に対応して、フーリエ変換面上の番号「1」が付されている位置（周波数、角度）に周期成分を付加する。以下、第3ビット目、第4ビット目の“1”に対応して、番号「3」、「4」が付されている位置に周期成分を付加する。この割り付けは図2に示すように単純な配列にしてもよいが、部外者が情報を読み取れないようにランダムに設定してもよい。

【0026】図1の構成において、フーリエ変換面上における付加情報を表す周期成分の重畳は、以下に示す手順で行う。今、付加情報を表す周期成分が主走査方向となす角度を $\theta$ とし、また周期成分の周期を $w1$  (dot/cycle)、強度を $\alpha$ とすると、主走査方向および副走査方向の座標点(x, y)における周期成分の重畳に伴うインク量信号の信号値の変動幅（振幅）は、次式で表すことができる。

【0027】

$$\Delta C2 = (\alpha/2) \cdot \cos(2\pi \cdot x \cdot \cos\theta/w1 + 2\pi \cdot y \cdot \sin\theta/w1) \quad (1)$$

図1のパターン発生部104では、付加情報発生部103からのコード情報を受けて、振幅 $\Delta C2$ に応じたパターン信号を発生する。そして、加算器105において色

$$Y' = Y + \Delta C2/3$$

$$M' = M - \Delta C2/6$$

$$C' = C - \Delta C2/6$$

(2)

変換部102からのインク量信号Y、M、Cに、 $\Delta C2$ を次式に示す配分で加算する。

【0028】

付加情報を表す全ての周期成分に対して同様の処理を行い、付加情報を重畳したカラー画像をカラー画像出力部 107 によって出力する。

【0029】ところで、この付加情報を表す周期成分による原画像の画質劣化を防止するためには、周期成分が視覚的に妨害感を与えないようにする必要がある。そこで本実施形態では、この周期成分の強度や周期を人間の視覚特性を考慮して以下のように設定する。

【0030】図3は、人間の視覚限界のピーク周波数よりも高い周波数の記録が可能なカラープリンタを用いて記録を行ったサンプルを被験者に観察させ、輝度、色差および彩度に関する人間の階調識別能を調査した結果を表わしたグラフである。この図3を見ても明らかなように、人間の階調識別能は輝度（明暗）方向よりも色差（図の例ではY-B）方向に対してかなり低いということが分かる。

【0031】また、図3より3cycle/mm以下の低周波では急激に視感度が高くなっていることが分かる。このことは、付加情報を表す周期成分のパターンに3cycle/mm以下の低周波を使用すると、視覚的に識別可能な階調数は100階調程度になってしまい、妨害感がないようにパターンを作成すべく強度 $\alpha$ を小さく抑えたと、周期成分を抽出する際、S/Nの高いカラースキャナを使用しない限りパターンが周期成分がノイズに埋もれてしまう可能性が高くなることを意味する。

【0032】従って、周期成分の周期は3cycle/mm以上の高周波となるように設定することが望ましく、具体的にはカラー画像出力部107に使用するカラープリンタの分解能が6dot/mm以上（約150dpi以上）であることが望ましい。

【0033】また、図3に示されるように周波数が高いほど識別能力が落ちるので、各周波数において識別可能なレベルの限界までに周期成分の強度を設定することが望ましい。

【0034】さらに、人間の視覚特性は画像の斜め方向（水平・垂直方向以外の方向）に並ぶ周期成分に対する感度が低いというもう一つの特徴がある。この点に着目して本実施形態では、付加情報を表す周期成分の配列の角度が0°もしくは90°以外の場合の強度 $\Delta C2$ が大きくなるように、例えば0°もしくは90°の場合の略2倍程度となるように設定している。これにより視覚上の画質劣化を生じることなく、付加情報の強度を平均的に大きくできるため、付加情報を確実に抽出することが可能となる。

【0035】また、本発明ではより多くの付加情報を重畳しやすくするために、カラー画像読み取り部101で読み取られた画像の輝度・色差に応じて付加情報の強度を切り替えることが望ましい。

【0036】図4は、同一周期のサイン波状パターンに対する人間の目の輝度および色差の視感度分布を表した

図であり、中心に近付くほど感度が高くなっている。この図4から、色差方向の値が小さく、中間的な輝度を持つ色に対して周期成分を重畳すると、パターンが目につきやすいことが分かる。そこで、本実施形態では特に図4の中心の視感度の高い領域内の色に対しては、付加情報を表す周期成分を重畳しないか、もしくは重畳する周期成分の強度を小さく抑え、視感度が低くなるに従って重畳する周期成分の強度を大きくするようにしている。

【0037】一方、色差の大きい色あるいは白もしくは黒に近い色（すなわち、カラー画像出力部107が再現できる色領域の最外殻の色）に対して付加情報の周期成分を重畳すると、オーバーフロー処理などを行う必要がある場合が多く、画像のDC成分そのものが変化してしまうおそれがある。そこで、インク量信号Y、M、Cの値のいずれかが「0」または「1」に近い値の場合、重畳する周期成分の強度を小さくするように調整する。

【0038】例えば、インク量信号Y、M、Cの信号値がY=0.95、M=0.15、C=0.10の場合は、式（2）中に示した $\Delta C2/3$ もしくは $\Delta C2/6$ を加えるか差し引いた値が「0」～「1」の範囲に収まるようにする必要がある。従って、この場合 $\Delta C2$ は±0.15以内に抑えるように設定する。このような処理を行うと、原画像のDC成分を変化させることがないので、画像の色度変化を最小限に抑えつつ、付加情報を重畳することが可能となる。

【0039】図5は、以上の点を考慮して原画像の各小領域毎に付加情報として埋め込む周期成分の強度を決定する方法を示す模式図である。例えば、人物の背景は感度の高い無彩色である場合が多いので、重畳する周期成分の強度は抑えた方がよい。人物の顔など、肌色の部分は多少感度が低くなるので、重畳する周期成分の強度をより大きくする。また、洋服は一概には言えないが、ある程度鮮やかな色が使われている場合は、重畳する周期成分の強度をより大きくする。なお、髪や白襟の部分は色立体の最外殻に相当する場合が多いので、付加情報の周期成分を重畳しないか、重畳するとしても強度を最低レベルに抑える必要がある。

【0040】一方、本実施形態ではカラー画像出力部107として表現できる階調数の限られたカラープリンタを用いる場合を想定して、多値もしくは2値の誤差拡散法を用いて疑似階調表現を行う。なお、誤差拡散パターンの発生は図1に示したように、付加情報をインク量信号に重畳する加算器105の後段に設けられた誤差拡散処理回路105によって行う。このようにして誤差拡散パターンを利用した階調表現を行うと、重畳した付加情報によって発生するノイズは誤差拡散パターンより目につきにくくなる。

【0041】このように本実施形態によると、カラー画像出力部107のS/N比が低い場合でも、付加情報の重畳対象の原画像の色度、原画像自体が持つ周期成分の

有無などに拘わらず、原画像の画質を劣化させることがなく、しかも以下に述べる付加情報の抽出処理を確実に行うことができる。

【0042】次に、本実施形態における付加情報の抽出処理について説明する。図6は、本実施形態に係るカラー画像処理装置の再生側の概略構成を示すブロック図である。カラー画像読み取り部201は、図1のカラー画像出力部107の分解能以上の読み取り分解能を有し、カラー画像出力部107により付加情報が重畳されたカラー画像を記録した記録物上の画像を読み取り、カラー画像信号R、G、Bを出力する。これらのカラー画像信号R、G、Bは読み取りカラー画像出力として取り出されるとともに、付加情報抽出処理部202に入力される。付加情報抽出処理部202は、カラー画像に重畳されている付加情報を抽出して出力する。

【0043】次に、図7に示すフローチャートを用いて付加情報抽出処理の概要について説明する。まず、カラー画像読み取り部201で記録物上の付加情報が重畳された画像を読み取り（ステップS102）、次いで画像の切り出し単位である小領域の数 $m_{en}$ をセットする（ステップS103）。次に、読み取った画像からステップS102でセットされた数 $m_{en}$ だけの小領域を切り出し、各小領域毎に代表信号値として小領域内の画素値の平均値またはある代表画素値を算出する（ステップS104～S105）。次に、この代表信号値に基づいてデコード処理の有無やデコード処理の際の閾値の設定といったデコード方法の選択を行った後、切り出した小領域に対して付加情報のデコード処理を行う（ステップS106～S107）。

【0044】そして、ステップS103でセットした小領域の数 $m_{en}$ だけステップS104～S107の処理を繰り返す（ステップS108～S109）。全ての小領域に対する処理が終了したら、総合判定を行い（ステップS110）、画像に重畳された付加情報の出力を行う（ステップS111）。

【0045】なお、付加情報が重畳された画像の読み取りは図7に示すように初めに全て行う必要は必ずしもなく、小領域毎に読み取っても差し支えない。図8～図9は、図7で説明した付加情報抽出処理のアルゴリズムをさらに詳しく示したフローチャートである。

【0046】まず、カラー画像読み取り部201によりカラー画像信号R、G、Bとして読み取られた画像を後述する2次元フーリエ変換を行うサイズ $rw \times rw$ と同サイズの領域に分割し（ステップS201～ステップS204）、小領域内のカラー画像信号R、G、Bの平均値もしくは所定の画点（例えば小領域の中心に位置する画点）の信号値 $R_m$ 、 $G_m$ 、 $B_m$ を代表信号値として求め（ステップS205）、その代表信号値 $R_m$ 、 $G_m$ 、 $B_m$ によって付加情報抽出処理を行うか否かを判定

する（ステップS206）。これは原画像が白、黒、あるいは黄色か青のベタに近い色であると、付加情報の周期成分の一部から半分までが無効になってしまい、周期成分が画像読み取り部201で発生するノイズに埋もれて誤抽出につながるおそれがあるので、このような領域をデコード処理の対象から外すために行われる。すなわち、代表信号値 $R_m$ 、 $G_m$ 、 $B_m$ が所定の範囲内にある場合のみ、その小領域をデコード処理の対象とする。

【0047】また、同時にデコードの際の閾値 $t_h$ も代表信号値 $R_m$ 、 $G_m$ 、 $B_m$ に基づいて決定する。例えば、中間レベルの無彩色における閾値 $t_{h0}$ として、彩度の高い色ほど閾値を低くするように倍率を設定し、それぞれの小領域に合った閾値を求める（ステップS207～S210）。

【0048】図9に、この閾値決定処理の様子を模式的に示す。この図は、ポートレートのような画像の一部が入力された場合の例を示したものである。ここでは、領域1は背景に相当し、インク量信号Y、M、Cは共に信号値が「0」であり、付加情報はほとんど重畳されていないものとして、閾値処理を行わないと判定する。領域2～4も黒にほとんど近く、同様の理由で閾値処理を行わないものとする。また、領域6は中間色であるが比較的白に近い色であり、付加情報の周期成分の強度が低いので、閾値を $t_{h0}/2$ と低めにして処理を行う。以下、全ての領域について予め処理の有無と閾値の決定を行っておく。

【0049】次に、付加情報のデコード処理を行い（ステップS214）、その小領域から抽出した付加情報をメモリに書き込む（ステップS215～S217）。以下、同様の操作を全ての小領域に対して行う（ステップS220～S221）。

【0050】次に、図8のステップS214のデコード処理の詳細について図10～図11に示すフローチャートを参照して説明する。まず、付加情報の抽出対象と見なされた小領域のカラー画像信号R、G、BのG-Bの色差成分に相当する色差信号 $CC2$ を求める（ステップS301）。次に、この色差信号 $CC2$ に対して、2次元フーリエ変換を行う（ステップS302）。そして、フーリエ変換面上で付加情報の抽出角度の検出を行う。

【0051】以下は、2次元フーリエ変換を行った場合のアルゴリズムを表す。2次元フーリエ変換の変換結果は、複素成分を含めて $rw \times rw$ 個のデータとして出力される。カラー画像読み取り部201に用いるカラーセンサの分解能を $rp$ （単位はdpi）、フーリエ変換対象の小領域のサイズの一边を $rw$ （単位はdot、 $rw=128\text{dot}$ 程度で十分）、スタートビットとして追加した周期成分の最低周波数を $rs(0)$ とすると、フーリエ変換面上の付加情報抽出角度 $\theta$ をチェックする座標 $(x, y)$ は、

$$x = rw / 2 \cdot (rs(0) / rp \cdot \cos \theta)$$

$$y = rw / 2 \cdot (rs(0) / rp \cdot \sin \theta) \quad (3)$$

より求めることができる。初期値として、 $\theta = 0$ の座標点のスペクトルの値をセットする（ステップS303～S304）。以下、角度 $\theta$ を $-\pi/2 \sim \pi/2$ の範囲で変化させて、スペクトルの値が最大となる座標点に相当する角度 $\theta$ を抽出角度 $\theta_0$ とする（ステップS305～S315）。なお、このフローチャートに示したアルゴリズムでは、 $\theta$ をチェックする範囲を $\pi/4$ 毎に区切って、同時に大小関係を調べていく方法を用いて効率を上げるようにしたが、他の方法で $\theta$ をチェックしてもよ

$$\begin{aligned} x &= rw / 2 \cdot (rs(n) / rp \cdot \cos(\theta_n + \theta_0)) \\ y &= rw / 2 \cdot (rs(n) / rp \cdot \sin(\theta_n + \theta_0)) \end{aligned} \quad (4)$$

座標 $(x_n, y_n)$ における値が所定の閾値 $t_h$ 以上であるかどうかを調べ、閾値以上である場合のみスペクトルが有ると見なす。ここで、閾値 $t_h$ は全ての角度、周波数に対して共通の値でなく、それぞれの付加情報抽出時の劣化を考慮して異なる値に設定した方が誤抽出を極力小さくすることができる。すなわち、フーリエ変換面上の座標位置に応じて閾値 $t_h$ を異ならせることが望ましい。例えば周波数方向を例にとると、高い周波数ほどカラー画像出力部とカラー画像読み取り部における劣化が激しいので（但し、厳密に言えば、各装置のMTFなどによっても個体差があるので、一概にはその劣化の度合いは断言できない）、閾値 $t_h$ を低い値に設定した方がスペクトルの検出の際に有利である。また、角度についても一般に斜め方向の周期成分が比較的劣化が大きいので、閾値 $t_h$ を小さくした方が都合が良い。

【0054】また、この閾値 $t_h$ は小領域の色度によっても切り替えた方が判定の精度が向上する。すなわち、小領域の代表信号値 $R_m, G_m, B_m$ によって、付加情報の周期成分よりもノイズ成分の方が大きい部分は排除されているものの、やはり対象領域の色度による周期成分とノイズ成分の大小関係が異なり、ベタに近い色度の領域ほど閾値 $t_h$ を下げる必要が出てくる。

【0055】さらに、ビットの有無の確認時に、座標 $(x_n, y_n)$ のみでなく周辺画素の閾値処理も行うことが好ましい（ステップS322～S329）。これは、入出力系の分解能が必ずしも一致していない場合など、座標点の値が半端になる可能性があるためである。そこで、周辺座標を含む $3 \times 3$ あるいはそれ以上のサイズの座標について、前述のように閾値処理によってスペクトルの有無をチェックする。この対象画素もしくは周辺画素の一つでも閾値 $t_h$ 以上のスペクトルの存在を確認した場合、対象ビットをONとする（ステップS330～S332）。

い。

【0052】次に、付加情報抽出角度 $\theta_0$ を見込んだ座標にビットのチェック箇所を変更し（ステップS319）、各ビットについてスペクトルの有無をチェックする。周波数 $rs(n)$ 、角度 $\theta_n$ の組合わせのスペクトルをチェックする座標 $(x_n, y_n)$ は、次式の通りである。

【0053】

【0056】以上の操作で各ビットのチェックを行った後、アドレスの照合などを行って、埋め込んだ付加情報のデコードを行う。このような付加情報の重畳（埋め込み）および抽出処理を行うことにより、通常のカラブリタシステムを用いて、画質劣化を伴うことなく40ビット以上の容量のデータを付加情報として重畳することが可能となる。

【0057】以上のようにして、本実施形態によればカラー画像読み取り部201に用いるカラスキャナで発生するノイズが多く、通常の方法では付加情報の抽出が困難な場合でも、確実に付加情報を抽出することが可能となる。また、本実施形態では付加情報の抽出が困難な小領域をデコード処理の対象から外すことによって、処理速度を上昇させることができる。

【0058】（第2の実施形態）次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態はカラー画像の彩度を付加情報により変化させることにより、付加情報を重畳するようにしたものであり、基本的には第1の実施形態と同様に、図1に示した構成のカラー画像処理装置を用いて付加情報の重畳を行う。

【0059】このようにカラー画像の彩度を変化させて付加情報を重畳することによるメリットとしては、第1の実施形態の中で用いた図3からも明らかなように、人間の視覚特性はB-Yの色差方向に対して感度が低いが、彩度方向に対してはさらに感度が低いために、付加情報の重畳による本来の画像の劣化が少ないことが挙げられる。

【0060】以下、具体的に説明すると、本実施形態ではカラー画像に一定量のノイズを付加する。すなわち、付加するノイズの量を $\Delta C2$ とすると、ノイズ付加後の色度 $Y', M', C'$ は次色に表す通りである。

【0061】

$$\begin{aligned} Y' &= Y + \Delta C2 \cdot (2Y - M - C) \\ &\quad / (6 \cdot ((M - C)^2 + (Y - M)^2)^{1/2}) \\ M' &= M + \Delta C2 \cdot (2M - C - Y) \\ &\quad / (6 \cdot ((M - C)^2 + (Y - M)^2)^{1/2}) \\ C' &= C + \Delta C2 \cdot (2C - Y - M) \end{aligned}$$



$$\sqrt{(6 \cdot ((M-C)^2 + (Y-M)^2)^{1/2})} \quad (5)$$

なお、原画像がモノクロ画像である場合は $Y=M=C$ となり、上述の分子の部分が0になるため、画面内のほとんどの画点に対して情報を付加する方向が定まらず、前記情報を付け加えることが困難になる。そこで、このように $M-C$ 、 $Y-M$ の値が共にある一定の範囲内の値にとどまり、原画像がモノクロであると見做された場合は、第1の実施形態と同様に $B-Y$ の色差方向に対して情報を付加するように処理を切り替える。すなわち画面内における色差信号の分布を求め、その広がり及び範囲が予め設定した値に収まる場合、式(2)に示す方法で出力値を求める。

【0062】次に、本実施形態における付加情報の抽出処理について説明する。本実施形態における付加情報抽出

$$CCR = ((R-G)^2 + (G-B)^2)^{1/2} \quad (6)$$

次に、この信号値 $CC$ に対して、フーリエ変換以降の処理を行う。その手順については、第1の実施形態とほぼ同様でよい。さらに、第1の実施形態における付加情報の抽出処理で説明したように、原画像の彩度が低く、モノクロとして処理を行った部分に対しては、 $Y-B$ の色差方向に変調をかけた周期成分を付加する。従って、対象となっている小領域の代表信号値の色差成分を表す値の絶対値が共に閾値に満たない場合、第1の実施形態と同様に $G-B$ の色差 $CC2$ を求めてフーリエ変換以降に処理を行う。

【0064】フーリエ変換以降の方向検出およびデコードの手順は、第1の実施形態と全く同様であるが、ビットチェックの閾値処理を行うための閾値は第1の実施形態と異なる値を用いる。すなわち、閾値は使用するカラー画像出力部やカラー画像読み取り部によるが、第1の実施形態の場合よりやや小さな値に設定した方が好ましい。但し、原画像がモノクロに近い場合は、第1の実施形態と同じ値に設定しても問題はない。

【0065】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば付加情報が重畳されたカラー画像をフーリエ変換して得られるフーリエ変換面上で付加情報を表す周期成分が2次元に配列され、かつ配列された位置によって周期成分の強度が異なるようにカラー画像に付加情報を重畳することによって、 $S/N$ 比の低いカラー画像出力装置を用いた場合でも、付加情報の重畳対象である原画像の色度や原画像自体の有する周期成分の有無などに関わらず、原画像の色度変化などの画質劣化を最小限に抑えながら、付加情報を重畳することが可能となる。

【0066】また、本発明によればカラー画像の色差または彩度を付加情報により変化させることにより付加情報を重畳したカラー画像を読み取り、付加情報を抽出する際に、読み取られたカラー画像を小領域に分割し、これら各小領域内の色度に関する代表信号値が所定の範囲内にある場合のみ付加情報を抽出する処理を行うことに

出処理の大部分は、第1の実施形態と同様である。すなわち、初めに画像読み取り部201で読み取られた画像を第1の実施形態と同様に小領域に分け、各小領域の代表信号値を求める。その際、読み取った画像の色差成分 $R-G$ および $G-B$ の絶対値をパラメータとして閾値処理を行い、フーリエ変換以降の処理の有無を判定する。ここでは、読み取られた画像の $R-G$ および $G-B$ の絶対値を表す値が閾値に満たない小領域を付加情報抽出処理の処理対象とする。

【0063】具体的には、まず画像読み取り部201で画像を読み取って得られたカラー画像信号 $R$ 、 $G$ 、 $B$ から、次式により彩度成分を表す信号値 $CCR$ を抽出する。

より、付加情報が重畳された画像の読み取りに用いるスキャナのノイズが多い場合でも、付加情報の誤抽出を避けるとともに、無意味な処理を行わないことによる処理速度の向上を図ることができる。また、この代表信号値に基づいて色度が低い領域では閾値を小さくすることによって、付加情報の有無判定を正確に行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るカラー画像処理装置の記録側の構成を示すブロック図

【図2】同実施形態における付加情報を表す周期成分のフーリエ変換面上のビット配置を示す図

【図3】輝度、色差および彩度に関する人間の目の階調識別能を示す図

【図4】人間の目の輝度および色差の視感度分布を示す図

【図5】原画像の各領域に付加情報として重畳する周期成分の強度決定方法を示す図

【図6】同実施形態に係るカラー画像処理装置の再生側の構成を示すブロック図

【図7】同実施形態における付加情報抽出処理の概要を示すフローチャート

【図8】同実施形態における付加情報抽出処理の詳細を示すフローチャート

【図9】同実施形態における付加情報抽出処理に用いる閾値選択処理の様子を模式的に示す図

【図10】同実施形態におけるデコード処理を示すフローチャート

【図11】同実施形態におけるデコード処理を示すフローチャート

【符号の説明】

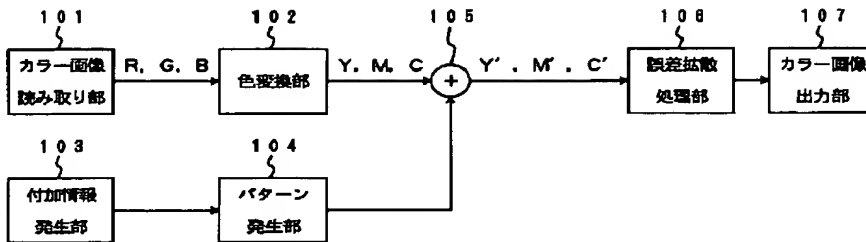
- 101…カラー画像読み取り部
- 102…色変換部
- 103…付加情報発生部
- 104…パターン発生部



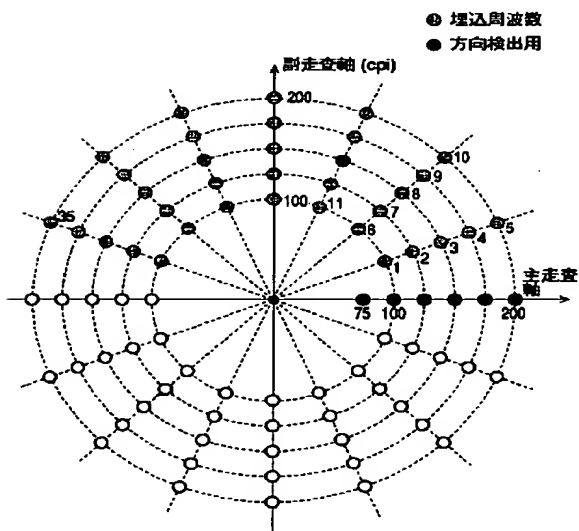
105…加算器  
106…誤差拡散処理部  
107…カラー画像出力部

201…カラー画像読み取り部  
202…付加情報抽出処理部

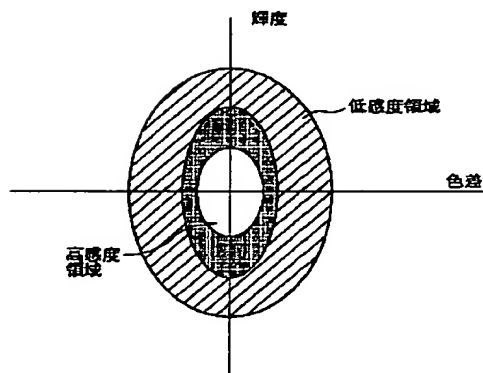
【図1】



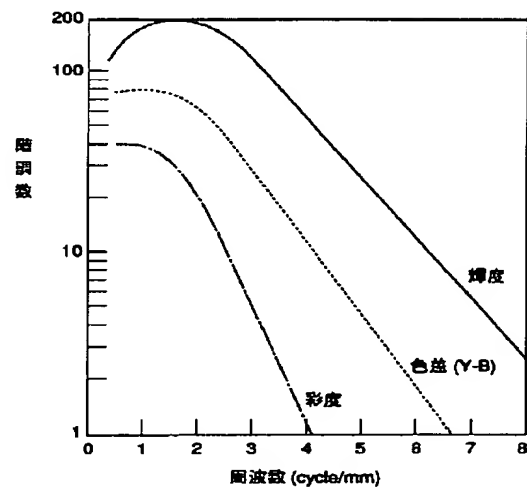
【図2】



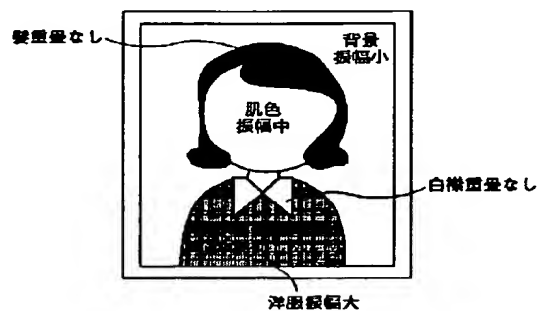
【図4】



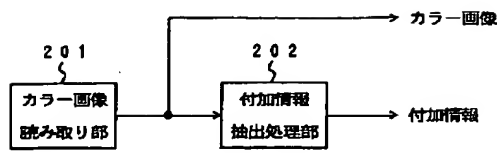
【図3】



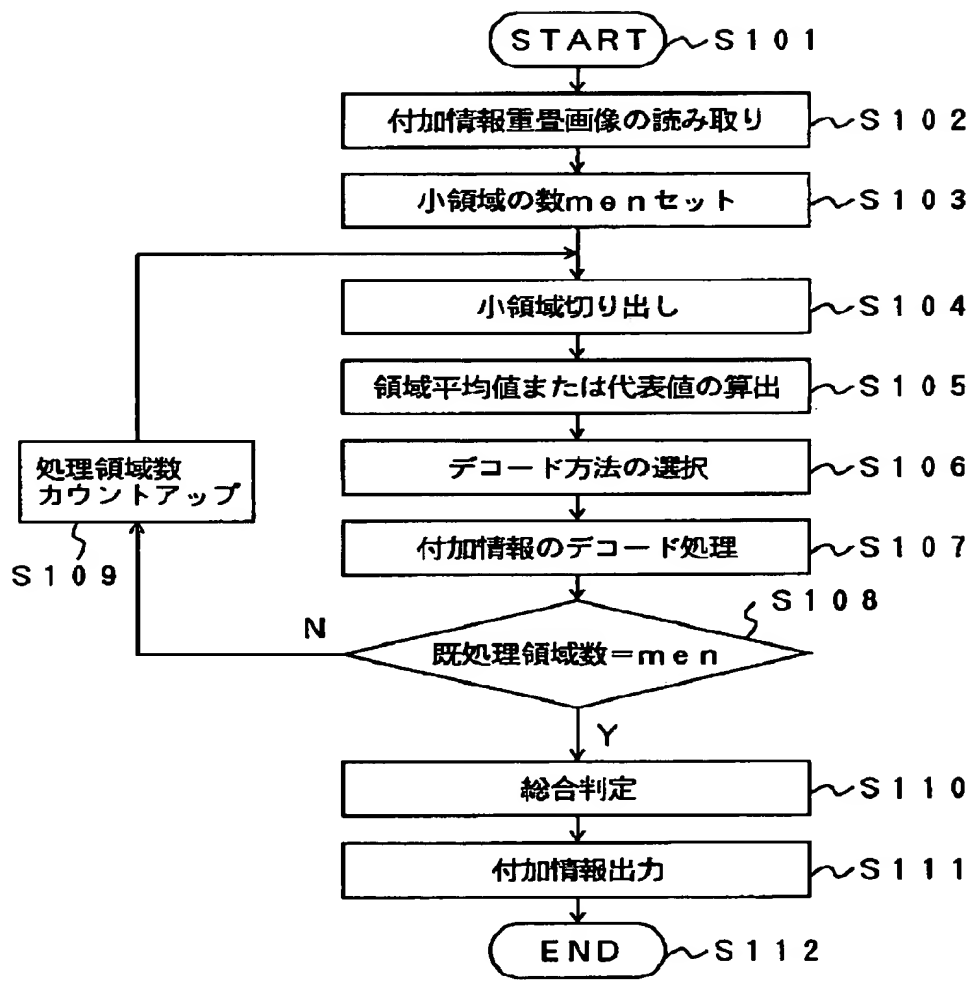
【図5】



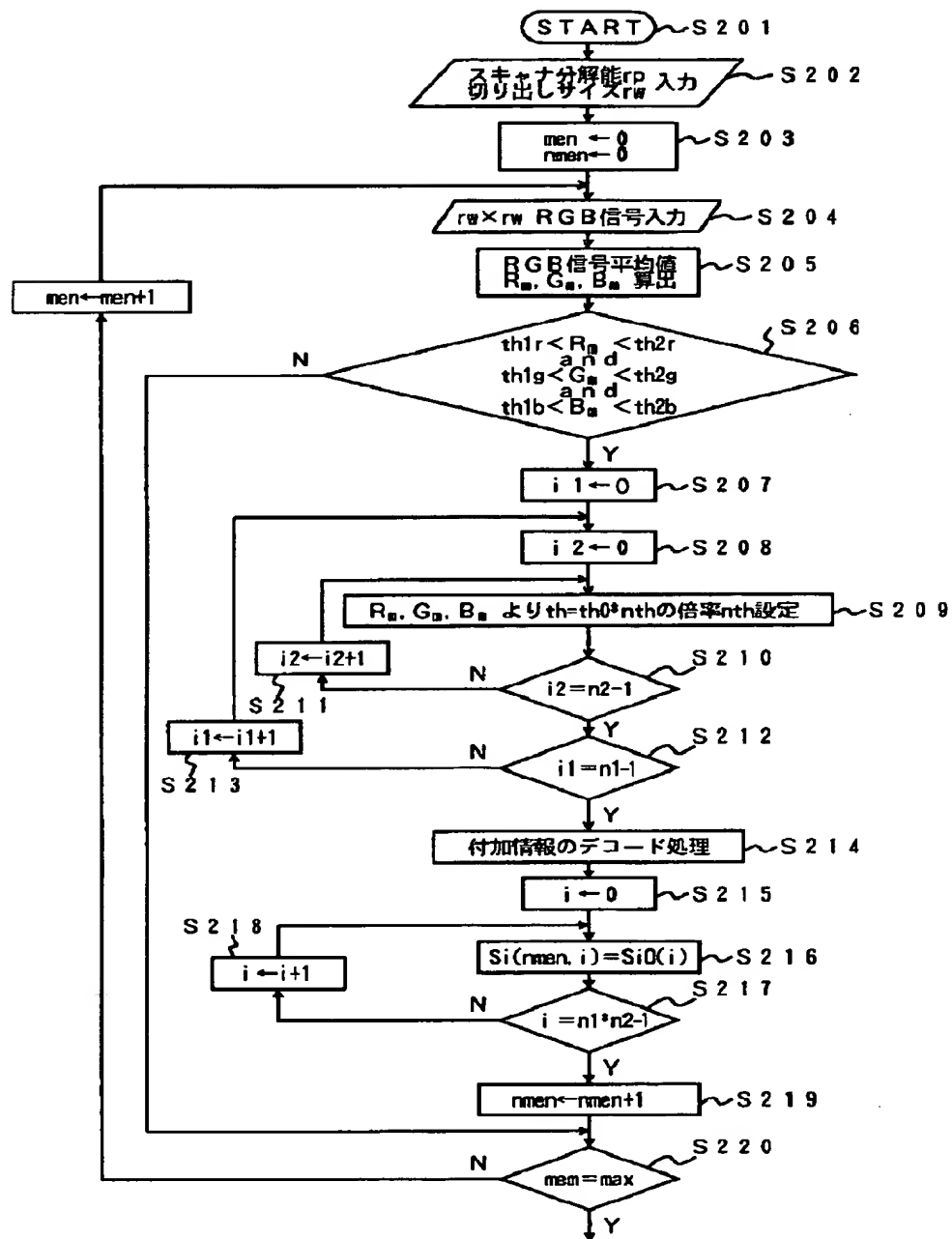
【図6】



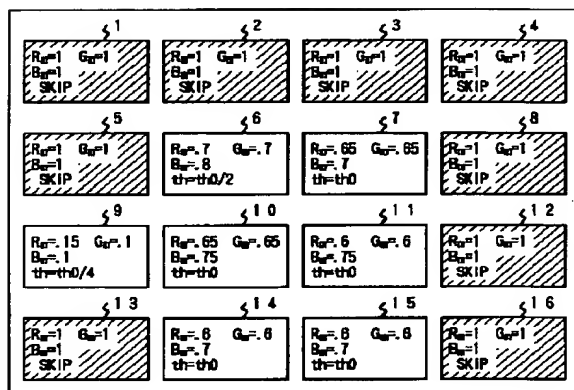
【図7】



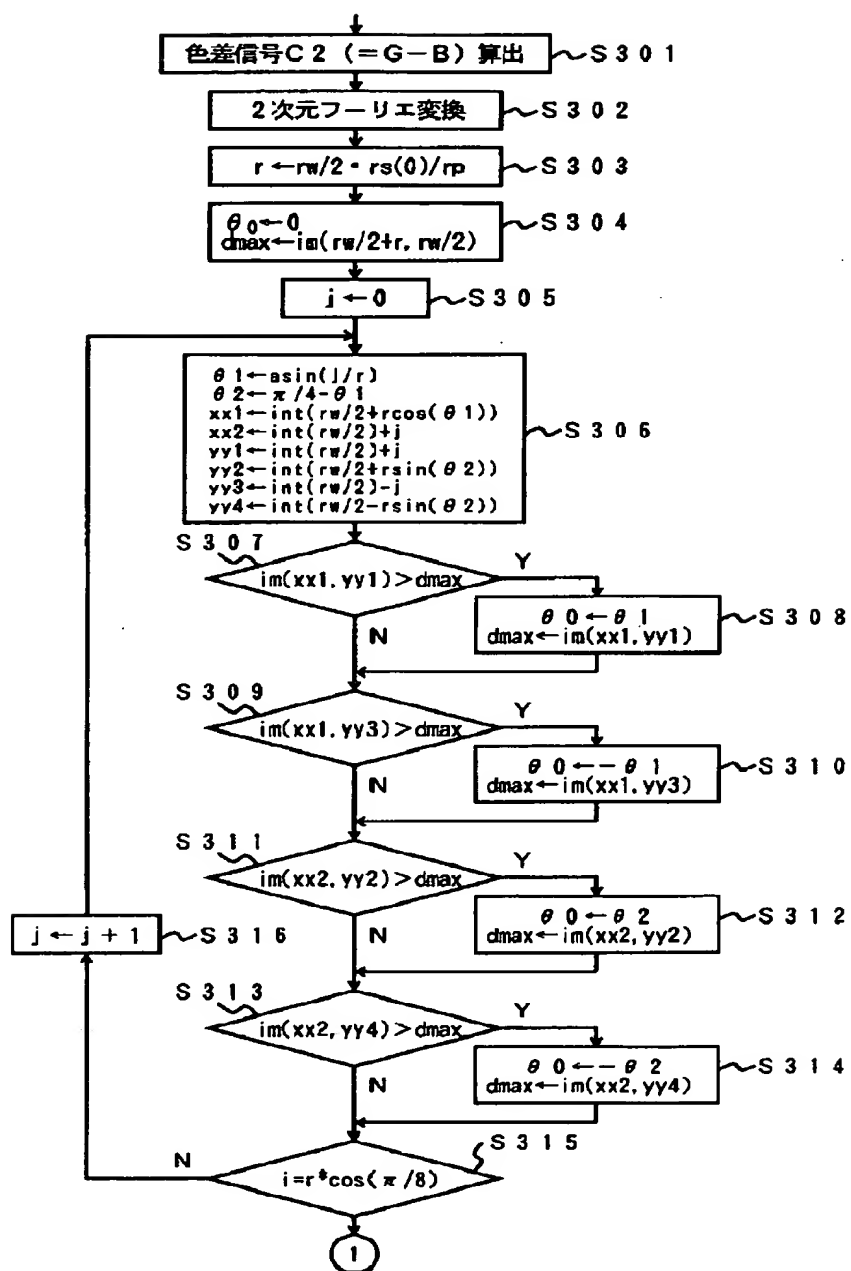
【図8】



【図 9】



【図10】



(図11)

